**第二届国际天文与天体物理奥林匹克竞赛**

**数据分析试题**

印度尼西亚 万隆 2008年8月21日

**I. 室女座星系团**

室女座星系团是离我们最近的大星系团, 它在天空中所对应的视角近10度而且有若干个明亮的星系. 一件有意思的事情是通过测定室女座星系团的距离来推导有用的宇宙学常数, 下表提供了测定室女座星系团距离的不同方法(列在表格的左列). 表格的右列出了该种测量方法所测的的平均距离*di* *si*, *si*为标准偏差.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *i* | Distance Indicator  距离测定的方法 | Virgo Distance (Mpc)  室女座星系团距离 |
| 1 | Cepheids 造父变星 |  |
| 2 | Novae 新星 |  |
| 3 | Planetary Nebulae 行星状星云 | 15.2 1.1 |
| 4 | Globular Cluster 球状星团 | 18.8 3.8 |
| 5 | Surface Brightness Fluctuation 表面亮度起伏 | 15.9 0.9 |
| 6 | Tully-Fisher relation | 15.8 1.5 |
| 7 | Faber-Jackson relation | 16.8 2.4 |
| 8 | Type Ia Supernovae Ia型超新星 | 19.4 5.0 |

**1.**  使用加权平均的方法, 计算到室女座星系团的平均距离:

.

这里的*i*包含了8种不同测量距离的方法.

**2.** 在上一问中所得的距离估算值的误差是多少? (以Mpc为单位)

室女座星系团的光谱测量显示它有着1136 km/sec的退行速度. 请估算哈勃常数*H*0及其误差.

**3.** 请用上一问中获得的哈勃常数计算哈勃时间(宇宙的年龄)及其误差.

**II. 双星系统的质量确定**

半人马座(Centauri )含有3颗星, 其中的两个主序星Centauri A和Centauri B构成一个双星系统, 它的第三颗星叫做Proxima Centauri, 比其他两颗星小而且暗. Centauri A和Centauri B的最大角距为17.59. 这一双星系统的轨道周期为79.24年. Centauri A和Centauri B的视星等分别为–0.01和1.34, 色指数分别为0.65和0.85. 请用给出的主序星数据表来回答以下问题. 其中BC为星等的热改正, (*B* – *V*)0为恒星的内禀颜色(或称色指数).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (*B – V*)0 | *T*eff | BC | (*B – V*)0 | *T*eff | BC |
| –0.25 | 24500 | 2.30 | –0.23 | 21000 | 2.15 |
| –0.20 | 17700 | 1.80 | –0.15 | 14000 | 1.20 |
| –0.10 | 11800 | 0.61 | –0.05 | 10500 | 0.33 |
| 0.00 | 9480 | 0.15 | 0.10 | 8530 | 0.04 |
| 0.20 | 7910 | 0 | 0.30 | 7450 | 0 |
| 0.40 | 6800 | 0 | 0.50 | 6310 | 0.03 |
| 0.60 | 5910 | 0.07 | 0.70 | 5540 | 0.12 |
| 0.80 | 5330 | 0.19 | 0.90 | 5090 | 0.28 |
| 1.00 | 4840 | 0.40 | 1.20 | 4350 | 0.75 |

**1.** 请画出BC和(*B* – *V*)0间的关系曲线.

**2.** 用以上曲线确定Centauri A和Centauri B的热星等(热改正后的星等).

**3.** 确定每个恒星的质量.

提示:

**1. 星等的热改正**(BC)是为了把一颗恒星的视星等转换为热星等所必须做的修正, 即:

或

**2. 质量-光度关系:** 

**III.陨石的年龄**

放射性衰变的基本公式可以表述为:



这里*N*(*t*)和*N*0分别是放射性同位素在时间*t*和*t* = 0时的原子存留数,为衰变常数. 衰变所产生的衰变产物被称作radiogenics, 其原子数目定义为:



基于这些, 天文学家们试图确定一组陨石样品的年龄. 他们有两类陨石样品: allende球粒状陨石(A)和玄武岩无球粒陨石(B). 在这些样品里, 他们测定87Rb和87Sr两种元素的丰度, 这里我们假设全部的87Sr都是由87Rb衰变产生的. 这一同位素衰变的衰变常数为1.42 10–11 /年. 除此之外, 非衰变元素86Sr的含量也被测定. 这些元素含量的测量数据被列在下表中, 单位为ppm(百万分之一, 浓度单位)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品号 | 陨石类型 | 86Sr | 87Rb | 87Sr |
| 1 | A | 29.6 | 0.3 | 20.7 |
| 2 | B | 58.7 | 68.5 | 44.7 |
| 3 | B | 74.2 | 14.4 | 52.9 |
| 4 | A | 40.2 | 7.0 | 28.6 |
| 5 | A | 19.7 | 0.4 | 13.8 |
| 6 | B | 37.9 | 31.6 | 28.4 |
| 7 | A | 33.4 | 4.0 | 23.6 |
| 8 | B | 29.8 | 105.0 | 26.4 |
| 9 | A | 9.8 | 0.8 | 6.9 |
| 10 | B | 18.5 | 44.0 | 15.4 |

**1.** 推导出以**为参数的*t*的表达式.

**2.** 确定这一放射性衰变的半衰期*t*1/2, 即衰变产物的原子数目达到衰变前母衰变元素原子数一半时的时间.

**3.** 两种同位素原子数目的比例的信息比单个元素的丰度的信息更为有价值, 因为很可能有初始的Sr元素存在. 请选取为自变量和为因变量, 推导出能够代表实验数据的线性回归关系.

**4.** 作出–图, 并请画出每类陨石的回归线. (在中间计算过程中请至少使用小数点后7位数字)

**5.** 请接着确定每一类陨石的年龄以及年龄的误差. 哪一类陨石更古老?

**6.** 确定每一类陨石的初始(87Sr/86Sr)0值及其误差.

提示:

任意一组实验数据(*Xi*, *Yi*, *I* = 1, . . . , *n*)的线性回归拟合为: *y* = *a* + *bx*, 其线性回归的拟合常数为: *b* = *SSxy*/*SSxx*,. 其中:







*a*与*b*的标准偏差可以通过以下公式计算:



